Ann. Rep. Dryland Food Crop Imp. 107:148-154 (2018)

有機栽培適用玉米品種及其種穗品質評估

曾一航

行政院農業委員會種苗改良繁殖場

摘　　要

為建構雜糧種子有機生產模式，本研究透過觀察參試玉米品種於不同肥培條件下的相關表現，藉以評估篩選有機栽培適用之潛在品種。根據肥培試驗結果顯示，分就台南 24 號、台南育 29 號、台南育 30 號及 103 等四個玉米參試品種而言，其穗徑、穗長及單穗重表現在肥培處理間並未出現顯著性差異，故於每公頃 200.1 公斤之氮素施用量下，應具備有機栽培操作可行性；另與「化肥」處理者相較，「有機 1X」處理者具有較高之不合格穗比例。

關鍵詞：玉米、雜交玉米、籌供體系。

前　　言

國內有機農業栽培面積自 2004 年起即穩定成長迄今，然目前雜糧作物卻僅佔整體比重約 10%左右。推究其因，除受限於國外大宗穀物大量進口競爭之客觀環境外，亦與有機適用品種缺乏及各項採種關鍵技術尚未建立完備有關。據過去相關研究指出，有機栽培體系下之產量增進，須藉由在該環境中進行直接選拔，而非透過慣行栽培體系下之間接選拔來達成。而循此方法所育成之作物品種，將使該品種更可能實現其產量潛能，並用以作為傳統農業之替代選項 (Murphy *et al.*, 2007)。因此，針對國內栽培環境進行有機適用品種選育，不論就今後有機產業發展或國際市場佈局而言，皆有其必要性存在。為期完備雜糧有機種子生產模式建構，本研究擬在相同氮素 (N) 施用量基礎上，比較不同玉米品種 (系) 於「有機質肥料」與「化學肥料」肥培管理下之生育表現差異程度，藉以從中篩選有機栽培適用的潛在品種 (系)。

材料與方法

一、建立適合有機栽培之硬質玉米品種

為加速因應有機農業適用玉米品種之需求，本試驗擬針對玉米商業品種在肥份供應缺乏環境下之生育表現進行調查，以期在現有育成玉米品種基礎上快速篩選潛在適用品種，提供後續有機栽培或育種親本使用，其試驗材料及方法如下：

(一) 試驗材料：

包括台農 1 號、台南 24 號、台南育 29 號、台南育 30 號、明豐 3 號、103 及 1401 等 7 品種。

(二) 試驗方法：

1. 種植方式：

利用春作期間將參試玉米品種播植於種苗改良繁殖場試驗田區 (台中市新社區)，種植行株距則為 80*20.5 cm。

2. 各參試品種分別以不同肥培管理方式作為試驗處理，包括：

   I. 施用化肥 (氮素施用量：200.01 kg/ha) (對照組)。

   II. 施用有機質肥料 (氮素施用量：200.01 kg/ha)。

3. 調查項目：

   I. 植株生育期間及成熟期分就下列性狀

表現進行調查分析，包括：(1) 株高、(2) 穗位高、(3) 穗長、(4) 穗徑、(5) 單穗重。

II. 採後調製作業期間，調查其合格穗比率和淘汰果穗類型。

III. 調製完成後，分析種子發芽勢、發芽率及耐儲藏性。。

結果與討論

(一) 參試品種於不同肥培處理下之營養性狀表現

增加種植密度為目前提高玉米產量的關鍵方式之一，然植株倒伏風險卻伴隨族群密度上升而增加，成為利用此增產方式之限制因素 (勾等人，2007)。由此可知，玉米植株抗倒伏能力為影響最終產量之重要因子。在過去相關研究中，曾指出「穗位/株高」顯著影響雜交種之抗倒伏性 (張等人，1997)；研究人員亦曾就穗位係數對於玉米抗倒伏能力之力學理論基礎進行描述 (袁等人，2001)。而在玉米眾多性狀特徵內，穗位係數為影響抗倒伏能力之重要因素，其重要程度僅次於穗位高 (李等人，2010)，計算方式則為：「穗位係數=穗位高/株高」。一般而言，當穗位係數數值越大時，即表示植株抗倒伏能力較差。

根據本次試驗分析結果 (表 1、2)，穗位係數以化肥處理者 (0.30) 略高於有機肥處理者 (0.29)，二者差異已達 1%顯著水準；由此可知，與慣行肥培者(即施用化肥)相較，有機肥培處理對於玉米植株抗倒伏能力並無負面影響存在，而其具有較低穗位係數係因平均穗位高降幅 (14.36%) 較平均株高降幅 (9.23%)為高所致。此情形與本計畫 105 年度「化肥-不施肥」處理間之穗位係數比較結果相似，可能說明當養分不足或供應速率不及玉米生長所需時，穗位高所受影響程度將較株高者為大。另就玉米參試品種而言，僅 103 在肥培處理間之穗位係數差異達 5%顯著水準，說明多數玉米參試品種在本試驗氮素施用量下，其肥培管理模式由慣行轉為有機操作時，對其穗位係數表現並無顯著影響存在。

表 1. 玉米參試品種於各肥培處理下之穗位高、株高及穗位係數表現

品種類型	品種名稱	肥培處理	穗位高 (cm)	株高 (cm)	穗位係數
硬質玉米	台農 1 號	化肥	192.5± 16.3	58.4± 9.8	0.30
		有機 1X	158.3± 36.0	48.1± 12.9	0.31
硬質玉米	明豐 3 號	化肥	176.7± 22.3	60.5± 10.6	0.34
		有機 1X	163.1± 13.1	57.3± 7.7	0.35
硬質玉米	台南 24 號	化肥	212.5± 17.8	65.1± 7.9	0.31
		有機 1X	188.6± 24.1	49.7± 12.1	0.27
硬質玉米	台南育 29 號	化肥	180.3± 18.6	53.1± 13.6	0.29
		有機 1X	176.9± 13.9	47.5± 11.2	0.27
硬質玉米	台南育 30 號	化肥	206.0± 28.4	58.2± 14.2	0.28
		有機 1X	205.8± 12.9	56.5± 9.1	0.28
硬質玉米	103	化肥	190.0± 9.6	61.6± 6.4	0.30 a
		有機 1X	178.2± 28.7	49.3± 8.8	0.28 b
硬質玉米	1401	化肥	176.0± 11.3	47.3± 8.8	0.27
		有機 1X	139.6± 23.8	37.7± 9.7	0.27

表 2. 穗位係數變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
肥培	1	0.0227	0.02269	9.291	0.00245
品種	6	0.2468	0.04114	16.845	< 2e-16
肥培 × 品種	6	0.0418	0.00697	2.855	0.00981
機差 (Error)	406	0.9915	0.00244		
總和 (Total)	419	1.3028	0.07324		

(二) 參試品種於不同肥培處理下之穗部性狀表現

據過去相關研究指出，玉米穗長受氮素明顯影響且與產量間呈正相關 (Balko and Russell, 1980)。李等人 (2016) 之研究結果亦顯示，在 7 個玉米穗部調查性狀中，穗徑、穗長、脫粒率及穗重等 4 個性狀與產量間均呈現正相關，其中與產量關係較為密切者包括穗徑及穗重，其相關係數分別為 0.488；及 0.981。此外，在屬於低投入型耕作系統之有機農業中，適合低氮 (或氮素供應較慢) 環境生長之品種為實現該系統長久運行之重要基礎。而在低氮條件下，穗重為影響單株粒重表現之重要穗部性狀 (陳等人，2002)。因此，透過分析上述穗部性狀在不同肥培條件下之表現，將有助於間接評估參試品種在有機栽培體系下之應用潛力。

由本次試驗結果可知 (表 3~6)，在穗長表現上，「肥培」、「品種」及「肥培與品種間交感」等效應均達 1%顯著差異水準；肥培方式中以化肥處理者 (15.69 cm) 高於有機肥處理者 (13.56 cm)；參試品種中以台南 24 號、103、台南育 30 號及台南育 29 號等之表現較佳，分別為 16.9、15.79、15.43 與 15.28 cm；而前述品種在不同肥培處理間，其穗長表現並無顯著差異性存在。在穗徑表現部份，「肥培」、「品種」及「肥培與品種間交感」等效應均達 1%顯著差異水準；肥培方式中以化肥處理者 (4.33 cm) 較高，有機肥處理者 (4 cm) 較低；參試品種則以 103、台南 24 號、台南育 29 號、明豐 3 號及台南育 30 號等之表現較佳，分別為 4.45、4.34、4.3、4.28 及 4.14 cm；而前述品種在不同肥培處理間，其穗徑表現並無顯著差異性存在。在單穗重表現方面，「肥培」、「品種」及「肥培與品種間交感」等效應均達 1%顯著水準；肥培方式中仍以化肥處理者之表現 (145 g) 優於有機肥處理者 (113.7 g)；參試品種則以台南 24 號、103、明豐 3 號、台南育 30 號及台南育 29 號等之表現較佳，分別為 166.8、147.9、145.1、141.5 及 135.1 g；而前述品種在不同肥培處理間，僅「明豐 3 號」之穗重表現在不同肥培處理間達 1%顯著差異水準，且化肥處理者較有機肥處理者約高 70.2 g。

綜上可知，如分就台南 24 號、台南育 29 號、台南育 30 號及 103 等玉米參試品種而言，不論在化肥或有機肥培管理模式下，其穗徑、穗長及單穗重等表現未因不同肥培管理模式 (即等量氮素含量之化肥與有機肥施用量) 而出現顯著性差異，此項結果推測可能與本年度氮素施用總量上升 (較去年增加約 43%)，使整體養分供應相對充足並降低有機質肥料分解速率不及之效應；同時亦說明該 4 個品種於充足供肥及搭配適當田間管理操作 (如水分供應、病蟲害防治) 下，應具備實現有機栽培操作之可行性。另根據 105~106 年度試驗結果，參試品種 1401 在穗長、穗徑及單穗重等產量相關穗部性狀上均具有良好表現，然本年度該品種卻於上述性狀表現上名列所有玉米參試品種中最末者，

推測可能與該品種試驗設計配置恰巧偏集於樹木臨近區域，造成其生育期間原應有日照及降水被上層樹冠所截，而令植株整體平均表現不佳。

表 3. 玉米參試品種於各肥培處理下之穗長、穗徑及單穗重表現

品種類型	品種名稱	肥培處理	穗長 (cm)	穗徑 (cm)	單穗重 (g)
硬質玉米	台農 1 號	化肥	14.24± 2.36	4.099± 0.320	97.24± 34.35
		有機 1X	10.78± 3.85	3.446± 1.178	65.81± 48.96
硬質玉米	明豐 3 號	化肥	15.22± 3.39	4.415± 0.539	180.14± 89.03
		有機 1X	12.99± 2.24	4.153± 0.436	109.99± 47.20
硬質玉米	台南 24 號	化肥	17.47± 3.05	4.374± 0.398	174.44± 65.33
		有機 1X	16.32± 4.01	4.302± 0.520	159.20± 84.46
硬質玉米	台南育 29 號	化肥	16.11± 2.40	4.317± 0.410	145.30± 68.98
		有機 1X	14.44± 2.11	4.274± 0.346	124.99± 43.95
硬質玉米	台南育 30 號	化肥	15.47± 2.75	4.069± 0.663	133.98± 60.06
		有機 1X	15.39± 2.06	4.217± 0.449	148.94± 50.84
硬質玉米	103	化肥	16.36± 2.03	4.455± 0.322	151.49± 50.95
		有機 1X	15.21± 2.46	4.450± 0.510	144.33± 72.69
硬質玉米	1401	化肥	14.96± 2.49	4.578± 0.316	132.27± 46.72
		有機 1X	9.78± 2.60	3.158± 1.038	42.86± 34.89

表 4. 穗長變方分析結果

變因(SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
肥培	1	460.9	460.9	60.038	8.06e-14
品種	6	1010.7	168.5	21.946	< 2e-16
肥培 × 品種	6	253.2	42.2	5.498	1.76e-05
機差 (Error)	392	3009.0	7.7		
總和 (Total)	405	4733.8			

表 5. 穗徑變方分析結果

變因(SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方(MS)	F 檢定值	P 值
肥培	1	1102	1101.9	31.68	3.48e-08
品種	6	2241	373.6	10.74	4.60e-11
肥培 × 品種	6	2582	430.4	12.37	9.04e-13
機差 (Error)	392	13637	34.8		
總和 (Total)	405	19562			

表 6. 單穗重變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
肥培	1	0.0991	0.09912	28.151	1.88e-07
品種	6	0.3601	0.06002	17.047	< 2e-16
肥培 × 品種	6	0.1158	0.01931	5.483	1.82e-05
機差 (Error)	392	1.3802	0.00352		
總和 (Total)	405	1.9552			

(三) 不同肥培處理下之淘汰雌穗類型、合格穗比率

由圖一結果顯示，本次調查所得不合格雌穗類型包括：(1) 腐爛發霉、(2) 穗上發芽、(3) 籽粒少並呈雜亂排列、(4) 籽粒充實不足、(5) 穗軸上半部缺粒、(6) 穗軸短小、(7) 無籽粒形成。依據過去研究 (孟，2014) 指出，雌穗異常發生係與栽培管理或氣候條件有關，前者包括播種時間過早或過晚、苗期管理不佳、種植密度過大、肥培及病蟲害防治方式不理想等原因：後者則有高溫乾旱、陰雨及日照不足等因素。由於本次調查所得不合格穗外觀多屬穗軸短小或籽粒呈雜亂排列類型，其中又以「有機 1X」肥培處理者具有較高之不合格穗比例 (表 7)，故推測其成因可能與雌穗發育關鍵時期之養分及水供應程度有關。

(四) 不同肥培管理試區之土壤 pH 值及電導度變化情形

由試區種植前土壤及灌溉水樣本測定結果 (表 8、9) 可知，其重金屬檢測含量均與現行規定標準相符。另由表 10 可知，「化肥試區」土壤 pH 值於收穫後呈現下降趨勢 (5.44→5.21)，電導度則略為上升(0.040→0.0487 mS/cm)；在「有機 1X 試區」部分，其土壤 pH 值 (5.44→5.45) 及電導度 (0.040→0.0385 mS/cm)均在收穫後出現略為下降之情形。

圖一、玉米參試品種之淘汰果穗類型

表 7. 玉米參試品種於不同肥培處理下之合格穗比率

品種類型	品種名稱	肥培處理	合格穗比率 (%)
硬質玉米	台農 1 號	化肥	87
		有機 1X	50
硬質玉米	明豐 3 號	化肥	93
		有機 1X	83
硬質玉米	台南 24 號	化肥	93
		有機 1X	83
硬質玉米	台南育 29 號	化肥	97
		有機 1X	93
硬質玉米	台南育 30 號	化肥	97
		有機 1X	93
硬質玉米	103	化肥	97
		有機 1X	90
硬質玉米	1401	化肥	80
		有機 1X	17

表 8. 試區種植前土壤及灌溉水樣本分析結果

土壤檢驗項目	分析結果	單位	土壤 檢驗項目	分析結果	單位	灌溉水 檢驗項目	分析結果	單位
pH 值	5.44		銅	1.62	mg/kg	銅	0.004	mg/L
電導度	0.040	mS/cm	鋅	3.70	mg/kg	鋅	0.011	mg/L
有機質	1.52	%	鎘	0.040	mg/kg	鎘	ND	mg/L
有效性氮	12.9	mg/kg	鉻	0.079	mg/kg	鉻	ND	mg/L
有效性磷	73.25	mg/kg	鎳	0.427	mg/kg	鎳	ND	mg/L
交換性鉀	211	mg/kg	鉛	2.61	mg/kg	鉛	ND	mg/L
交換性鈣	432	mg/kg	鐵	76.6	mg/kg	砷	ND	mg/L
交換性鎂	49.6	mg/kg	錳	21.5	mg/kg	汞	ND	mg/L
交換性鈉	1.77	mg/kg						

表 9. 不同肥培管理試區之土壤 pH 值及電導度變化比較

試區肥培管理方式	種植前 pH 值	收穫後 pH 值	種植前電導度 (mS/cm)	收穫後電導度 (mS/cm)
化肥	5.44	5.21	0.040	0.0487
有機 1X		5.45		0.0385

引用文獻

勾玲、黃建軍、張賓、李濤、孫銳、趙明。2007。群體密度對玉米莖桿抗倒力學和農藝性狀的影響。作物學報 33(10)：1688-1695。

李新娜、陳俊霞、蘇文勇。2016。不同玉米组合穗部性狀與產量的相關及通徑分析。農業科技通訊 4：37-40。

李峰、趙東華、陽立全、董樹亭、趙東蓮、刑會花、董國任。2013。玉米抗倒強度及其與植株性狀相關性的初步研究。山東農業科學 45(10):24-28。

孟凡平。2014。玉米雌穗發育異常現象原因探討。現代農業 (7)：57-58。

袁志華、趙安慶、何予鵬、李雲東。2001。玉米莖桿抗倒伏的力學分析。河南農業大學學報 35:43-45。

陳范駿、米國華、崔振嶺、劉向生、張福鎖。2002。玉米雜交種氮效率遺傳相關與通徑分析。玉米科學 10(1): 10-14.

張澤民、賈長柱。1997。玉米株型對遺傳增益的影響。遺傳 (2)：31-34。

Balko, L. G., and W. A. Russell. 1980. Effects of rates of nitrogen fertilizer on maize inbred lines and hybrid progeny. II. Correlations among agronomic traits. Maydica. 25(2):81-94.

Murphy, K. M., K. G. Campbell, S. R. Lyon, and S. S. Jones. 2007. Evidence of varietal adaptation to organic farming systems. Field Crops Research 102:172-177.

Evaluation of Maize Varieties Suitable for Organic Cultivation and the Qualities of Ears

Yi-Hang Tseng

Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, COA

Abstract

In order to establish an organic seed production system for grain crops, the potential maize varieties suitable for organic cultivation are evaluated based on the related performances in different fertilization treatments. The results show that there are no significant differences in the performance of ear diameter, ear length, and ear weight between the two fertilization treatments (chemical vs. organic) in the cases of the four varieties tested (Tainan no. 24, Tainan yu no. 29, Tainan yu no. 30, and 103). Therefore, the organic farming is feasible to the varieties mentioned above in the nitrogen supply level (200.1 kg/ha). Besides, the portion of ears eliminated is higher in the fertilization treatment “Organic 1X” compared to the treatment “Chemical”.

Key words: Corn, Hybrid Corn, Production and Supplying System.